

Luc JAILLARD

Ingénieur-Conseil
Mines, Géologie, Environnement



Citiva :

Ecole maternelle de Pfastatt (68)

Projet de création de deux forages pour pompe à chaleur :

rapport de fin de travaux du forage de reconnaissance

Luc JAILLARD

24 rue Daguerre
68200 MULHOUSE

Tél : 03 89 43 89 83

Fax : 03 89 43 89 85

E-mail : cabinet@luc-jaillard.com

Novembre 2017
contient 6 pages
et 1 annexe

Sommaire

1. Présentation	p 1
2. Localisation exacte	p 2
3. Le forage réalisé	p 3
3.1. Chronologie des opérations	p 3
3.2. La coupe stratigraphique	p 3
3.3. La coupe technique	p 3
3.4. Les pompages d'essai	p 4
3.5. Possibilités de la nappe	p 5
4. Conclusion	p 6

Annexe

Annexe 1 : Coupes technique et géologique du forage de reconnaissance **BSS003XLRM**

1. Présentation

Citivia (anciennement la SERM [Société d'Équipement de la Région Mulhousienne]), mandatée par la Ville de Pfastatt, a le projet de construire une école maternelle et un périscolaire à Pfastatt.

Le projet prévoit que le bâtiment soit chauffé par une pompe à chaleur. L'été, le bâtiment sera rafraîchi par freecooling, sans utilisation de la pompe à chaleur. Un doublet de forages (captage et rejet) est donc prévu.

L'étude hydrogéologique préalable, réalisée en mars 2015, a montré les incertitudes, faute d'ouvrages proches, quant à la capacité de la nappe dans le secteur de pouvoir réabsorber le débit pompé (10 m³/h), ainsi que quant à l'écartement nécessaire pour le bon fonctionnement de l'installation.

Aussi, il a été préconisé de réaliser tout d'abord un **forage de reconnaissance**, afin de décider de l'installation définitive. Ce forage (**BSS003XLRM**), réalisé en octobre 2017 par la société Foralest-Maurutto, est l'objet de ce rapport de fin de travaux.

Cette étude hydrogéologique préalable a été envoyée le 15 avril 2015 à la DDT [Direction Départementale des Territoires] en tant que déclaration au titre des rubriques 1110, 1120 et 5110 de la Loi sur l'Eau (articles L214-1 et suivants du Code l'Environnement).

Par courrier en date du 28 avril 2015, la DDT faisait parvenir le récépissé de ce dossier, enregistré sous le **n°68-2015-00055**.

Ce courrier rappelle que cette déclaration est **valable 3 ans, soit jusqu'au 28 avril 2018**, la mise en service de l'installation devant intervenir dans ce délai.

A ce jour, il est clair que l'installation ne pourra, en aucun cas, être opérationnelle en avril 2018.

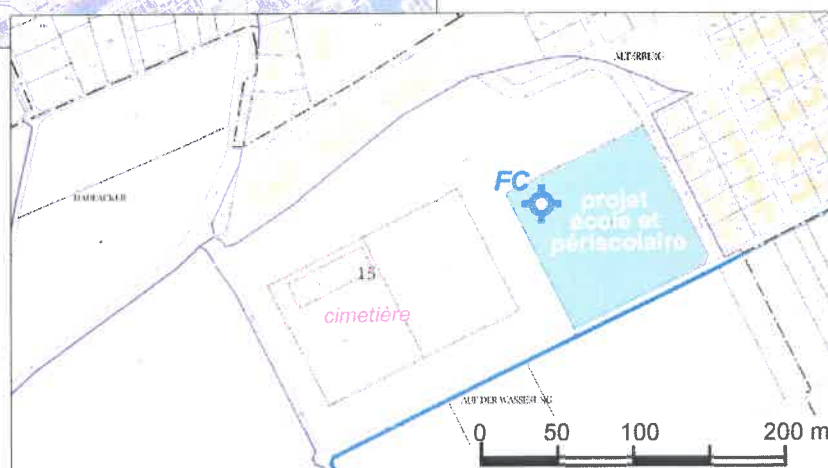
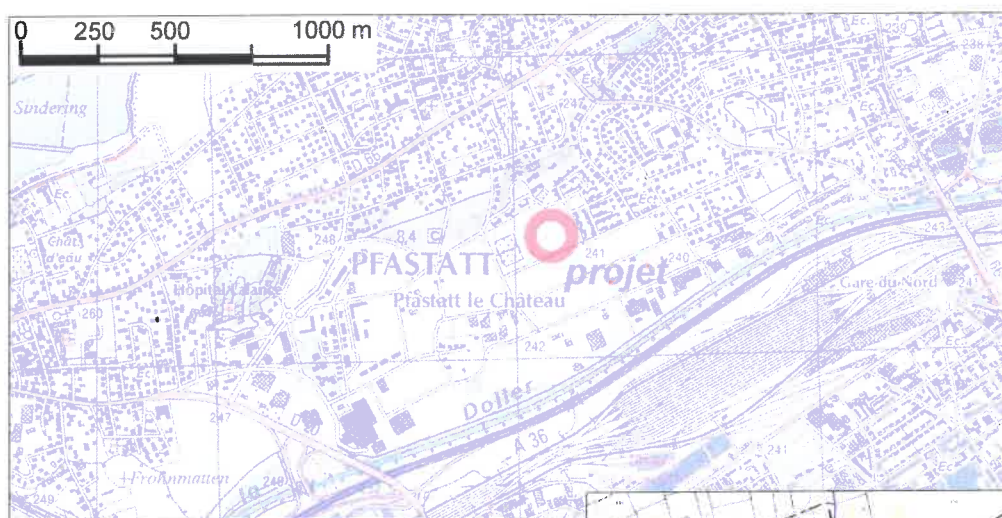
Aussi, il conviendra de déposer, **au plus tard le 28 février 2018, une demande de prorogation de ce délai**, avec toutes les justifications utiles.

2. Localisation exacte

Le projet d'école maternelle se situe dans la parcelle 264 (nouvellement créée par division de la parcelle 164) de la section 15 du plan cadastral de la Commune.

Les coordonnées du forage de reconnaissance (Lambert II étendu et Lambert 93) sont :

1/8 ^{ème} de carte	n°BSS	nom	X / Y (Lambert II) =	X / Y (Lambert 93) =	Z (sol) ≈	source
413-6-xxx	BSS003XLRM	FC	972.353 / 2.318.914	1.022.462 / 6.749.163	241	Infoterre®



3. Le forage réalisé

3.1. Chronologie des opérations

Les opérations de foration ont été réalisées par l'entreprise Foralest-Maurutto de Wittelsheim. La chronologie des opérations a été la suivante :

- 9 octobre 2017 : amenée du matériel, mise en place,
- 10 octobre 2017 : foration jusqu'à 13 m
- 11 octobre 2017 : foration jusqu'à 16 m, arrêt en présence du géologue, équipement du forage,
- 23-24 octobre 2017 : pompage de dessablage et de développement de l'ouvrage,
- 25 octobre 2017 : pompage par paliers,
- 26 octobre 2017 : pompage de 7h.

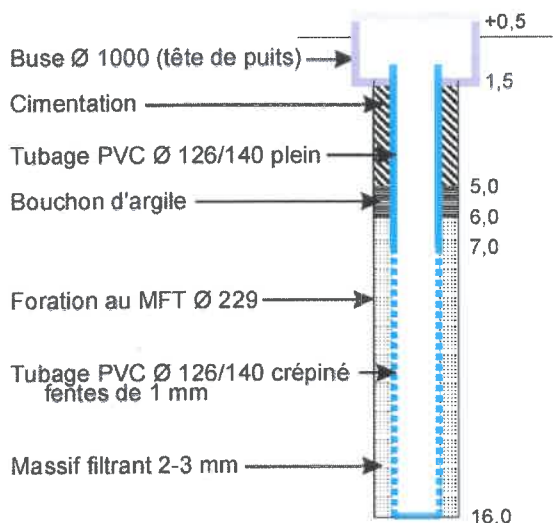
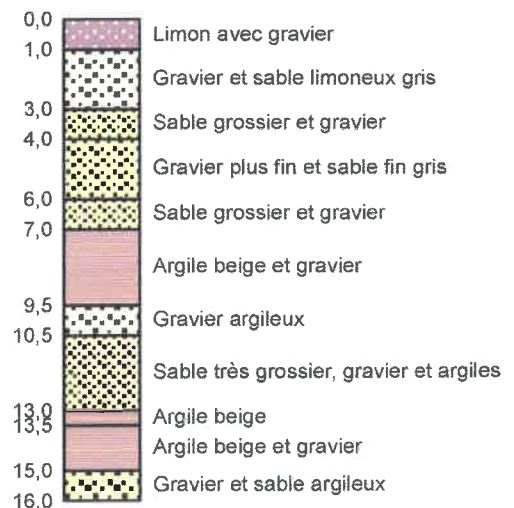
On trouvera en Annexe 1 les coupes géologique et technique de cet ouvrage, et au paragraphe 3.4 les résultats de l'essai de pompage.

3.2. La coupe stratigraphique

L'ouvrage a traversé, comme attendu, les alluvions de la plaine d'Alsace, sans atteindre les marnes du substratum.

Il a traversé deux épais niveaux argileux, comme cela est habituel dans les alluvions en provenance des Vosges. Les niveaux de gravier sont bien aquifères, surtout le plus profond.

Le niveau de l'eau dans le forage s'établissait à 5,92 m de profondeur, laissant une tranche d'eau de 10 m (dont 5 m environ productifs).



3.3. La coupe technique

La coupe technique est voisine de ce qui avait été prévu.

La "boîte à boue" (le dernier mètre en tube plein) a été supprimée pour pouvoir capter le bon gravier situé tout à la base de l'ouvrage.

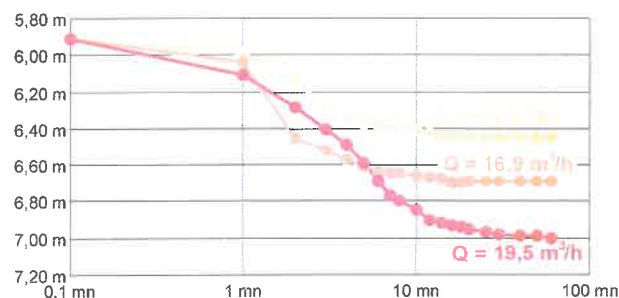
L'ouverture des fentes de la crépine est adapté aux terrains rencontrés.

3.4. Les pompages d'essai

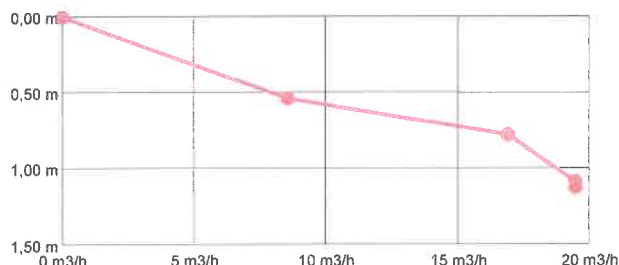
Après dessablage et développement, l'ouvrage a été l'objet de pompages par paliers d'une heure chacun, menés à débits croissants (de 8,6 à 19,5 m³/h).

NB: sur toutes figures, les niveaux ont été ramenés à leur valeur par rapport au terrain naturel.

Au début de l'essai, le niveau de la nappe était à 5,92 m de profondeur. Les deux premiers paliers, d'une heure chacun, ont montré, au bout de 16 mn de pompage, une stabilisation du niveau ; le dernier palier a montré, lui, une lente poursuite de la baisse du niveau. Nous ne savons pas expliquer ces différences de comportement (peut-être dans la précision des mesures ?).



Cet essai permet de tracer la courbe caractéristique de cet ouvrage (ci-contre) ; nous avons ajouté le rabattement obtenu au bout d'une heure lors de l'essai de longue durée.

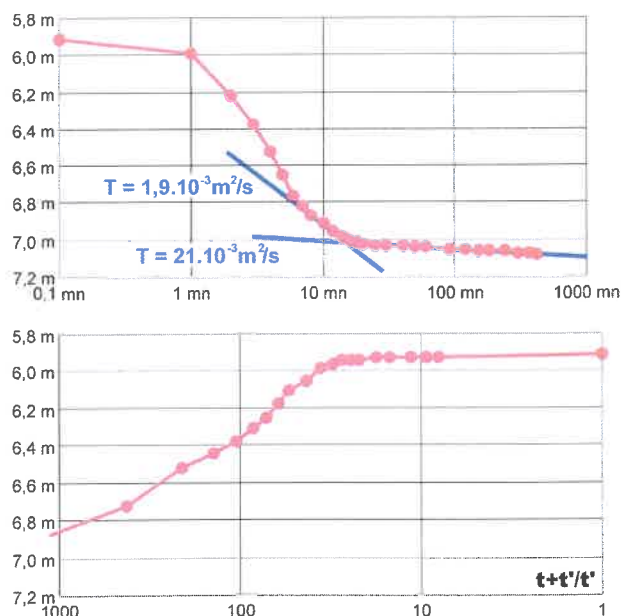


Cette courbe ne présente pas la forme habituelle d'une "courbe caractéristique", qui devrait être convexe (ou droite) : il semblerait que le débit du deuxième palier était plus faible que celui annoncé...

En tout état de cause, on peut retenir pour cet ouvrage un **débit spécifique** de l'ordre de 17 m³/h par mètre de rabattement, soit 17 m²/h, soit encore **4,8.10⁻³ m²/s**.

Un pompage de moyenne durée a ensuite été réalisé, à un débit moyen de 19,5 m³/h, pendant 7 h.

La courbe de descente montre deux pentes : la première pente, entre 8 et 16 mn, indiquerait une **transmissivité de 1,9.10⁻³ m²/s**, qui augmente ensuite fortement à **21.10⁻³ m²/s** ; ce changement se ferait, d'après le calcul du rayon d'action du pompage, à une dizaine de mètres au plus du forage.



La courbe de remontée confirme ces deux pentes.

Ces résultats confortent les prévisions de l'étude préalable (mars 2015), où les transmissivités ou débits spécifiques ne pouvaient être estimés qu'entre 2,9 et 62.10⁻³ m²/s : on espérait alors une transmissivité de 3.10⁻³ m²/s au minimum.

3.5. Possibilités de la nappe

Nous pouvons reprendre les calculs faits dans notre étude préalable, en les actualisant.

Le forage réalisé pourra fournir sans problème le débit souhaité, de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, avec un rabattement de 70 cm au plus, soit moins de 13% de la hauteur mouillée exploitée en cette période de basses eaux (5,50 m en excluant les intercalaires argileux).

Pour le rejet, nous rappellerons que le terrain du site se trouve à la cote 241 environ, alors que le niveau de la nappe a été estimé se trouver entre les cotes 236,5 et 240,0 ; en fait, en octobre 2017, la nappe a été trouvée à 5,92 m de profondeur, soit vers la cote 235,1 (la nappe étant en très basses eaux après deux années de faibles précipitations).

Si le rejet devait se faire dans le forage réalisé pour le captage, cela pourrait poser problème lors de hautes eaux de la nappe ; il faut espérer que l'on trouvera de meilleures conditions hydrogéologiques, permettant de réduire la remontée de l'eau dans l'ouvrage. Une autre possibilité serait de prolonger l'ouvrage de rejet de quelques mètres, afin d'augmenter sa transmissivité ($T=K.e$ ou plutôt $T=J.K.de$). On recommandera donc de **poursuivre l'ouvrage de rejet jusqu'à une profondeur de 20 ou 21 m**, soit largement au-dessous du deuxième intercalaire argileux.

Enfin, l'implantation de l'ouvrage de rejet doit être décidée de manière à éviter le recyclage de l'eau rejetée, c'est-à-dire en gardant des zones d'emprunt et de rejet distinctes. Malheureusement, des incertitudes n'ont pu être levées :

- le gradient de la nappe peut être compris entre 3 et 8 ‰,
- la transmissivité peut être prise à $1,9$ ou $21.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, ou encore égale au débit spécifique de $4,8.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Pour déterminer les dimensions de ces zones d'emprunt et de rejet, on fait intervenir le débit moyen quotidien (on prendra 60% des $10 \text{ m}^3/\text{h}$ souhaités, soit $6 \text{ m}^3/\text{h}$), la transmissivité et le gradient de la nappe ; on ajoutera la porosité estimée, qui permet de calculer la vitesse d'écoulement de la nappe ($v=K.i/\omega$) :

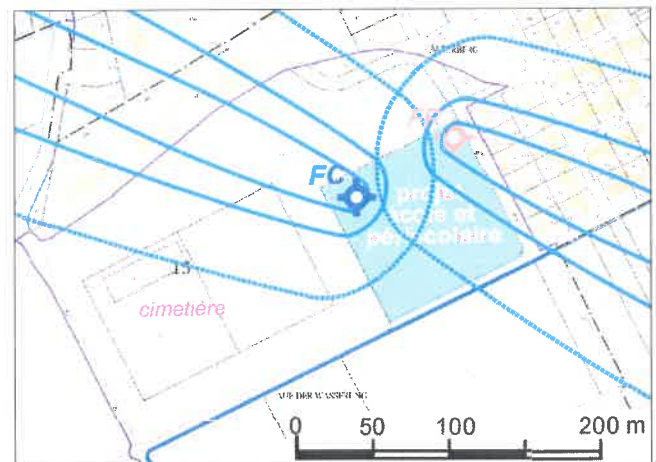
gradient	transmissivité	porosité	vitesse	débit	$L=Q/T.i$	$l=L/2$	$d_n=L/2\pi$
3 ‰	$1,9.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	8 %	1,1 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	292 m	146 m	47 m
3 ‰	$4,8.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	10 %	2,3 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	116 m	58 m	18 m
3 ‰	$21.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	12 %	8,2 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	43 m	22 m	7 m
8 ‰	$1,9.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	8 %	3,0 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	110 m	55 m	18 m
8 ‰	$4,8.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	10 %	6,0 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	43 m	22 m	7 m
8 ‰	$21.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	12 %	22 m/j	$6 \text{ m}^3/\text{h}$	10 m	5 m	2 m

Ceci permet d'éliminer la dernière ligne, la vitesse calculée pour la nappe étant peu vraisemblable.

On a tracé (figure ci-contre) les zones d'emprunt du captage, et de rejet dans le cas de la première implantation envisagée ; ces zones sont tracées pour les trois largeurs vraisemblables : 43 m, 110-116 m, et 292 m (en pointillé).

Il s'avère que c'est dans ce seul cas, de très mauvaises conditions hydrodynamiques, que les zones se chevauchent ; or, ce cas est peu vraisemblable pour les deux ouvrages, puisque l'on sait que la transmissivité augmente rapidement à peu de distance du captage (même si l'on ignore dans quelle direction...).

Il n'y a donc pas de problème pour cette implantation du rejet.



4. Conclusion

En conclusion, un forage de reconnaissance (**BSS003XLRM**) a été réalisé sur le site de la future école maternelle de Pfastatt.

En période de basses eaux, **la nappe** était plus profonde qu'attendu, son niveau était à **5,92 m de profondeur**.

L'ouvrage est crépiné à partir de 7 m de profondeur ; cependant, la **crépine de la pompe** ne pourra donc être placée en face d'un tubage plein : pour un rabattement attendu de l'ordre de 70 cm, la crépine de la pompe devrait être placée à **7,50 m de profondeur** par rapport au sol au moins.

Ce forage a permis de montrer la possibilité de pomper 10 m³/h dans la nappe, mais il montre aussi que le rejet peut poser problème en période de très hautes eaux.

Aussi on recommandera de **poursuivre l'ouvrage de rejet jusqu'à une profondeur de 20 ou 21 m**, soit largement au-dessous du deuxième intercalaire argileux, afin d'augmenter sa capacité d'absorption.

Les pompages d'essai confirment que les conditions hydrodynamiques varient fortement, et rapidement, dans le secteur (présence probable de chenaux, anciens lits de la Doller).

Cependant, la première implantation proposée pour le forage de rejet, au coin nord-est du terrain, soit à 75 m de captage, permettra d'éviter toute interférence entre les deux ouvrages (recyclage du doublet), sauf dans le cas, très peu probable, de *très mauvaises* conditions hydrodynamiques.

Annexe

Annexe 1 : Coupes technique et géologique du forage
de reconnaissance **BSS003XLRM**

1 p

Ecole de Pfastatt : forage de reconnaissance (BSS003XLRM)

Localisation : Pfastatt

Profondeur finale : 16,0 m

Echelle : 1/250°

1/8^{ème} de carte

413-6

Coordonnées Lambert II :

X = 972.353
Y = 2318.914
Z sol = 241 m

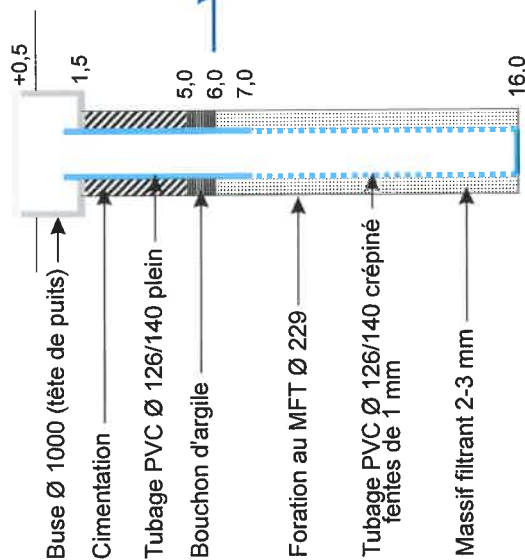
Réalisation :

Foralest-Maurutto
octobre 2017

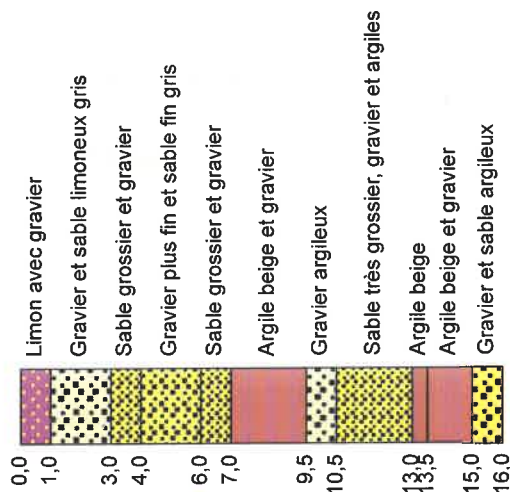
Niveau statique :

le 23 octobre 2017
à 5,92 m/sol

Coupe technique



Coupe géologique



Pompages d'essai

